

らった。被験者は身長も肘頭高も異なるので比較するためにタグと被験者の肘頭高差を求め、差の肘頭高に対する割合を計算することで正規化を試みた。被験者は、肘頭点から肘頭高のおよそ+30%以上、-20%以下の高さを「操作しづらい」と答えた。一方で「操作しやすい」という回答は肘頭高を基準に全て+であり、肘頭点から肘頭高のおよそ0%~+25%の間の高さであったが、その数値はばらばらであった(表8)。被験者が操作しづらいと感じた理由については、「手を上げるのが大変だから」、「しゃがむ動作のほうが大変だから」、「低いものは膝を曲げればよいが、高いものは画面が見にくいから」といった理由が挙げられた。

実験後に行ったアンケートで、設置したタグの位置以外にも最も操作しやすいと思われる範囲を答えてもらった。被験者には「BとCの間」というように設置してあるタグを基に回答を求めた。これについても同様に、回答で得られた高さから被験者の肘頭高差を求め、差の肘頭高に対する割合を計算し(表9)。被験者が操作しやすいと回答した高さは、大部分が1~22%の範囲に含まれていた。回答の中で最も高い値は肘頭高を基準に+24%以下、最も低いものは-11%以上という値であった。

C-3-2 タグの色に関する基礎調査結果

各色での注視点のタグの移動時間の平均値を求めて比較する。黄色のタグでは 0.79 ± 0.68 [sec]、青色タグでは 0.46 ± 0.22 [sec]、赤色タグでは 0.51 ± 0.23 [sec]であった。以上、注視点の移動時間は青色、赤色、黄色の順番に長くなった。

C-3-3 階段とタグの位置に関する基礎調査結果

【垂直方向】

得られたデータを解析し、被験者がタグを認識した時点からの視線位置の時間変化、眼高とタグ位置の関係、タグ注視時間および頻度を算出した。被験者Aの眼高の時間変化を図26、タグ注視時間および頻度を図27に示す。

- ・被験者Aの傾向は下記の通り：最も低いタグを最初に認識し、階段を上がるにつれて注目するタグの位置が高くなる。全体として眼高と同じ高さか、それより低い位置にあるタグを見る傾向にある。階段を上っているときは80~100cm高さのタグを見て、読み取りのときに120cmに注目した。

- ・被験者Bの傾向は下記の通り：階段の最下段からタグを認識し、階段を上っているときは一貫して同じタグを見ている。最初100cmのタグを認識する。階段を上るときは視線が120cmと140cmのタグ間に集中し、

140cmタグを見ることが多い。読み取りには120cmタグを用いている。眼高から100cm前後の高さにあるタグを認識し、タグに近づくと眼高に近い高さのタグを見るようになる。被験者Bでは眼高とタグ高さの差と時間に反比例関係が見られた。これは140cmというほぼ固定されたタグ注視のためと考えられる。

・被験者Cの傾向は下記の通り：最初のタグ認識は階段最下段で、80～140cm全てのタグに及んでいる。階段を上り始めると、上るにつれて低いタグから高いタグへ視線が移動する。上りきると視線は120cmタグを中心に100～140cmを移動、読み取りには120cmタグを選んだ。注視したタグ位置は、眼高から50cm～-50cmのタグに及び、被験者Bと同じく、時間が経過するに従ってタグと眼高間の高さは小さくなっていく。最後はタグを見下げる事になるが、眼高から50cm以下のタグは認識しにくいようだ。これは被験者Bにも言える。

・被験者Dの傾向は下記の通り：最初のタグ認識は階段最下段で100cmのタグである。階段を上るにつれて、まず100cmタグを中心に80～120cmを見、次に120cmタグを中心に(100)120～140cmを注視している。読み取りには120cmタグを用いた。また被験者B、Cと同様に、時間の経過につれて視線は眼高と高い位置から低い位置へ注目する。

眼高から50～-50cmの高さにあるタグを注視している。なお、被験者Eはデータの不具合から解析不能であった。

被験者ごとの注視時間合計とタグの位置(高さ)との関係を図28に示す。

【水平方向】

被験者A、被験者B、被験者D、被験者Eの4名が実施した。注視時間合計とタグの位置(水平方向)との関係を図29に示す。

C-3-4 2次元コードをランドマークに利用した屋内ナビゲーション実験結果

失語症のある高次脳機能障害の当事者の女性は目的地まで到達することができなかった。失語症に起因する実験者とのコミュニケーションが原因なのか、あるいは視覚の失認等に起因するものか、判別はできない。その他の被験者に関しては機器の操作に戸惑った方も居たが、なんとか目的地までたどり着けた。特に若年の高次脳機能障害当事者(後述のY3様)は見事に今回の実験機器であるPDAを使いこなしていた。年齢層あるいは機器に対する興味や経験なども操作に大きく依存する可能性が示唆された。

なお、下記に被験者ならびにご家族のそれぞれの感想を列記する。

T1様(男性、高次脳機能障害当事者)：

- ・ 面倒。他の人に聞いたほうが早い。

もう少し簡単になれば良いのだが。

- ・ 車椅子に肘をおいて、ちょうど読み取れる位置にあるとよい。目に付くのは目線の位置だけ。

T2様（女性、前述のT1様の妻）

- ・ 変なボタンを押してしまうと初期画面になってしまうから難しい
- ・ 携帯電話位軽いといい
- ・ ボタンの押し加減が難しい、ずっと押していればいいのか、一度押せばいいのかなど
- ・ 慣れればできそう。やり方にまだ慣れていないから。パソコンをやっている人は、余計な画面に行かないようにするとわかりそう。

Y1様（女性、障害当事者の妻）

- ・ 間違えて他のところに行ってしまったでも大丈夫だった。
- ・ 機械の案内通りに行けた
- ・ 自分自身は健常者であるため、せっかちだから、反応が遅いと感じた
- ・ （壁に貼り付けてあるタグについて）文字が小さい。もう少し大きくなないと。若い障害者ならいいけれど。
- ・ 周りに人がいないときを考えると確かに便利かも知れない
- ・ もし、震災とかが来たときは心配。
- ・ 読み取るときに向きが大切ということを実感した

- ・ 自分の夫だったら「右」といわれても確認すると思う（すぐにはピンとこない）。

- ・ 画面の◀ ▶ ▽ ▲ はあまり見ていなかった

- ・ たまに鳴る音が、自分が手にしているこの機械から出ているのか他のところから出ているのか、なんだかよくわからなかった

Y2様（女性、障害当事者）

※失語症の患者

- ・ 機械について○△×で指差しによる反応を求めたところ、回答は△であった

- ・ 機械の音声についてジェスチャーにより音が良くわからなかったと示していたらしゃった

- ・ ◀ ▶ ▽ ▲ と画面に出ていたが見たかという質問に対して○△×による指差しによる反応は、△であった

- ・ Y様は右手が十分に動かない（指先の微細な運動は難しい）ためにボタンの操作が難しいということをジェスチャーで示してくださった

- ・ タグの位置が高いか低いかわかるところ、大丈夫だったとジェスチャーで示してくださった

Y3様（男性、障害当事者）

- ・ ちゃんと全部答えてくれてよかった

- ・ 位置はまあいい
- ・ たどりついた
- ・ 途中で次にいくところの写真が出て
いることに気がついた
- ・ 画面の◁▷▽△はほとんど見ていな
い。音声で「右」といったら「右」
に行っていた
- ・ 重さはちょうどいい
- ・ 画面での操作もやりづらくはない
- ・ パソコンは得意である（情報工学を
やっていたから）
- ・ 面倒ではない
- ・ 人に聞くより機械のほうがいい
- ・ （お母様の「買いたくなっただし
よ？」との問いかけに対し）「う
ん」

Y4様（女性、前述のY3様の母）

- ・ 位置はちょっと低かった。ちょっと
腰をかがめる感じであった

S様（男性、障害当事者）

- ・ よく覚えていない
- ・ （「○△×だとどれか。」という質
問に対し）○。△ではないです。
- ・ うまいこと考えるものだなと思った。
あれさえあればどこでも行けると思
った
- ・ 行ったことのないところまで行けた
- ・ 迷わなかった
- ・ 操作は、何とほうまくいえないが、

やっているうちに慣れてくると思う

- ・ 機械としてはいいと思った。

O様（女性、前述のS様の姉）

- ・ 読み取るときに光がぶれたりする
- ・ 段差とかもあるから、そういうのも
分かるようになれば良い
- ・ 車いすのときは必要
- ・ 慣れるまでは難しい部分もあるが、
慣れればよさそうである
- ・ 読み取っている間に少し時間がかか
るから、本当に読み取っているのか
どうか心配になる
- ・ 「ちょっとお待ちください」とか画
面に出るとか言うとか、してくれる
といい

D. 考察

D-1 視覚障害者の観点から見た神戸空港
利用上の課題とユビキタスプロジェ
クト

(1) 課題

ロービジョンの人には現状でも単独利用
が可能なデザインがなされていると思われ
る。しかし、視覚が全く、あるいはほとん
ど活用できない視覚障害をもった人には、
要所要所における誘導及び案内が不可欠で
ある。具体的には、ターミナルビル入り口
から搭乗手続きカウンターまでの誘導。カ
ウンターから搭乗口入り口までの誘導。ト

イレ、食堂、売店などの設備への誘導、案内。発着便に関する案内。搭乗口から飛行機座席までの誘導などである。

(2) 課題の改善策とユビキタスプロジェクト

神戸空港では平成18年度からユビキタスプロジェクトが行われ、床下に埋め込んだRFIDから情報を専用白杖で読み取り、特定の場所に案内、誘導する自律移動支援システムと、Ucodeを読み取ることで店舗等の情報を得る案内システムの実験が行われた。自律移動支援システムが確実に機能すれば、ビル入り口～チェックインカウンター～出発口～搭乗口間の移動は、視覚障害を持つ人の単独移動が可能になる。しかし、航空機の入り口から座席までの移動は援助が必要になる。

Ucodeは店舗がありそうな場所まで到着し、受信機をUcodeにかざすことで店舗の情報を得ることができるが、目的の店舗まで到達するための案内は用意されていない。また、Ucodeを設置してある場所が分からなければ情報を読み取ることができない。視覚障害者が単独で案内を利用するためには、電波や赤外線を用いたナビゲーションのシステムもあわせて活用することが必要になるであろう。

神戸空港のように、比較的狭い矩形の空間であれば、無線や赤外線の活用はしやす

いのではないだろうか。

また、空港関係者もコメントされていたが、神戸空港はコンパクトに作られた施設であるため、自律移動支援システムを使わなくても、限られた数の視覚障害者の方に対しては、空港職員が直接案内するシステムは、最も現実的とも言える。ユビキタスシステムの有効性を検討するためには、より大きな空港での活用を想定した実験を行い、検証する必要があると感じられた。

D-2 障害当事者やご家族ならびに障害者を支援する専門職へのヒアリング調査に関する考察

自律移動支援プロジェクトや障害者等ITバリアフリープロジェクトの認知度がかなり低いことが明らかになった。その一方で、利用可能性が非常に高い高次脳機能障害者がいることも明らかとなった。道順がたどれなくなったり、馴染んでいる空間で迷ったりする地誌的障害者以外にも失語症の方々にも有用である可能性が示唆された。

また、携帯電話の利用者の割合もかなり高いことが示唆された。多くの高次脳機能障害者が携帯電話の基本機能である受信、発信の操作は可能であることが伺える。しかし、基本機能以外のGPS機能やナビゲーション機能などの機能は操作が複雑すぎて当事者は利用できていない現状が明らかと

なった。その一方で所在確認のためGPS機能を利用しているご家族はいた。C-2節の(6)フリーディスカッションによる自由意見で記載したとおり、高次脳機能障害者にとってもニーズレベルが非常に高い課題であることが改めて明らかとなった。

D-3 移動時に利用できるランドマークの種類やタグの位置などに関する基礎調査についての考察

D-3-1 タグの位置に関する考察

被験者が任意に選んだQRコードの高さは、それぞれの肘頭高に最も近いものか、それより一つ上であった。QRコードの選択理由は、「目についたから」「手の高さがちょうど良かったから」であり、肘頭高とほぼ同じまたはやや上の高さは、コードの発見しやすさとPDAの操作しやすさの両方をある程度満たしていると解釈できる。また「最も操作しやすい」「操作しやすい」と感じる高さは、肘頭高を基準にして0～+22%の範囲にほぼ集約されるプラス側の分布であった。「操作しやすい」と感じる高さの評価のうち肘頭高を基準にマイナスに分布した例についても、そのおよその数値は-10%であり、肘頭高平均に換算して-10cmであった。以上をふまえて、操作しやすさ度合いが強い範囲は肘頭高から0～+22%とすることができる。

一方「操作しづらい」と感じる高さは、肘頭高を基準にして+30%以上かつ-20%以下の範囲にほぼ含まれると言える。この結果と「操作しやすい」と言える範囲を併せて考えると、操作に最適な高さは肘頭高から0～+22%の間、最適とまでは言えないが、操作に適した高さは-10～25%の間であると言えることができる。さらに、この高さを肘頭高の成人平均値を用いて換算すると、操作に最適な高さは100～122cm、操作に適した高さは90～125cmとすることができる。

D-3-2 タグの色に関する考察

実験でタグを貼付した白色の壁の場合、注視点のタグの移動時間は青色のタグがもっとも短く、次いで赤色のタグ、最後に黄色のタグとなった。注視点のタグの移動時間はタグの発見のしやすさと密接に関係すると考える。すなわち、本実験条件においては、青色、赤色、黄色の順に見つけやすいと推測できる。特に黄色のタグに関しては、注視点の移動時間は青色や赤色のタグに比べて1.5倍から2倍近くになっている。このことは背景となる壁が白色であったため、黄色のタグと判別しにくかったとの推測が成り立つ。以上、ナビゲーションにおけるタグの色は「発見されやすさ」に大きく影響を与える要素の一つであることが示唆された。なお、実際の利用の際には利用者の視力や視野あるいは視覚失認や色覚障害の

有無などを考慮する必要はあると考える。

D-3-3 階段とタグの位置に関する考察

階段上昇時のタグとの距離と視線角度には相関があることが分かった。タグとの距離と視線角度は比例関係にあるといえる。最初のタグ認識をする距離には違いがあるが、タグは目より上0～10度の位置で認識され、階段を上がるにつれ、つまりタグとの距離が近くなるのに比例して視線角度は小さくなる。階段を上りきった位置では目から下2.5度～10度の位置にあるタグをよく見ている。

また、階段を上りきった位置では、目から下10度以下および目より上にあるタグは見にくいと感じる結果になった。ここで目から下10度以下が見にくいとした人は眼高が150cm以上、目より上にあるタグが見にくいとした人は眼高が140cm台であった。なお、最初の認識をするタグとの距離は身長や経験、くせによると考えられる。

また、階段を上りきってからタグに近づくまでは、階段を上りきった時点で認識したタグを中心に±20cmのタグを見る。最後の読み取りは、見易い位置よりも操作性が高い位置、読み取りやすい位置を選ぶ傾向にある。従ってタグを読み取る前と読み取るときで注目するタグが全く異なるという事があり得る（例：被験者A）。読み取りには、全員が120cmタグを選ぶ結果となっ

た。以上、見易さと操作性は異なる可能性が示唆された。

E. 結論

自律移動が困難な地誌的障害のある認知障害者などを支援対象として、情報技術や社会情報インフラの利用方法について調査研究を行った。3年計画の2年度である平成19年度では歩行訓練士とともに神戸空港に実地調査を行い、歩行訓練の専門家の見地からの意見を纏めた。また、特に地誌的障害を含む高次脳機能障害の当事者や保護者、支援する専門スタッフなどに対して、移動や外出時あるいは公共交通機関利用時における困難さや問題点についてインタビュー調査を行った。加えて、タグを利用したナビゲーション方式の評価実験なども実施した。

なお、平成18年度の調査結果を纏めた報告書を国土交通省の自律移動支援プロジェクトおよびNEDOが推進している障害者等IT情報バリアフリープロジェクトへ送付して報告した。また、国土交通省の自律移動支援プロジェクトの委員会で報告され、同プロジェクトHPでも参考資料として関係省庁の取り組みとして掲載されている。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- ・中山剛, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 野村隆幸, 植松浩. 携帯情報端末 (PDA) を利用した高次脳機能障害者の職業訓練支援、第22回リハ工学カンファレンス講演論文集、22、211-212、2007.
- ・中山剛. 認知障害者の自律移動支援における情報技術利用に関する調査研究 電子情報通信学会 技術報告 107(436)、61-66、2008.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

謝辞

調査に惜しみないご協力を頂いた高次脳機能障害当事者の皆様、ご家族の皆様、支援スタッフの皆様に厚く御礼申し上げます。また、神戸空港ターミナル株式会社の大下勝氏はじめ同社スタッフの皆様には多大なるご協力を頂きました。深く感謝致します。特に移動時に利用できるランドマークの種類やタグの位置などに関する基礎調査に関してはお茶の水女子大学人間・環境科学科の青木理江氏、長山知由理氏、丸山和希氏

にご尽力頂きました。深く感謝します。

参考文献

- ・国立身体障害者リハビリテーションセンター学院視覚障害学科、available from < <http://www.rehab.go.jp/College/rb/index.htm> > (accessed 2008-03-15)
- ・自律移動支援プロジェクト、available from < <http://www.jiritsu-project.jp/> > (accessed 2008-03-15)
- ・障害者等ITバリアフリープロジェクト、available from < <http://www.itbarrierfree.net/> > (accessed 2008-03-15)
- ・東京ミッドタウン、ユビキタスツアー、available from < http://www.tokyo-midtown.com/jp/tour/index_ubiqui.html > (accessed 2008-03-15)
- ・神戸空港ターミナル株式会社、available from < <http://www.kairport.co.jp/access/port.html> > (accessed 2008-03-15)
- ・小原二郎, 他, “人体を測る 計測値のデザイン資料”, 日本出版サービス, 1986.

表5 壁とタグの色彩データ

[壁についてのデータ]

色彩 Y 467 x 0.364 y 0.382
 三刺激値 X 445 Y 467 Z 311
 色差 ΔY +458 Δx +0.035 Δy +0.028

[タグについてのデータ]

・黄色のタグ

色彩 Y 145 x 0.425 y 0.463
 三刺激値 X 133 Y 145 Z 35.1
 色差 ΔY +78.5 Δx +0.101 Δy +0.116

・青色のタグ

色彩 Y 35.1 x 0.308 y 0.307
 三刺激値 X 35.2 Y 35.1 Z 44.0
 色差 ΔY -30.3 Δx -0.016 Δy -0.043

・赤色

色彩 Y 63.8 x 0.498 y 0.367
 三刺激値 X 86.6 Y 63.8 Z 23.5
 色差 ΔY +3.8 Δx +0.168 Δy +0.014

表6 被験者の身体基礎データ

被験者	A	B	C	D	E
身長[cm]	157.0	161.0	170.0	177.0	148.0
身長[cm] (靴を履いた 状態で)	158.5	166.7	173.7	179.5	149.0
目の高さ[cm]	145.5	153.0	162.4	168.0	140.8
視力	0.6	0.5	1.2	1.0	0.04

表7 被験者の身長と肘頭高

被験者	A	B	C	D
身長[cm]	153.0	156.0	173.5	179.0
肘頭高[cm]	96.5	98.5	107.5	113.5
肘頭高/身長[%]	63.1	63.1	62.0	63.4

表8 設置したタグの高さ評価

被験者名	(肘頭高差÷肘頭高)%	
	操作しやすい	操作しづらい
a	+24.3523	+45.0777
b	+1.5228	-18.7817
c	+11.6279	+30.2326
d	+5.7269	-29.5154

表9 主観評価による最も操作しやすいと思われる範囲

被験者名	(肘頭高差÷肘頭高)%	
	以上	以下
a	+3.6269	+24.3523
b	+1.5228	+21.8274
c	+11.6279	+11.6279
d	-11.8943	+5.7269

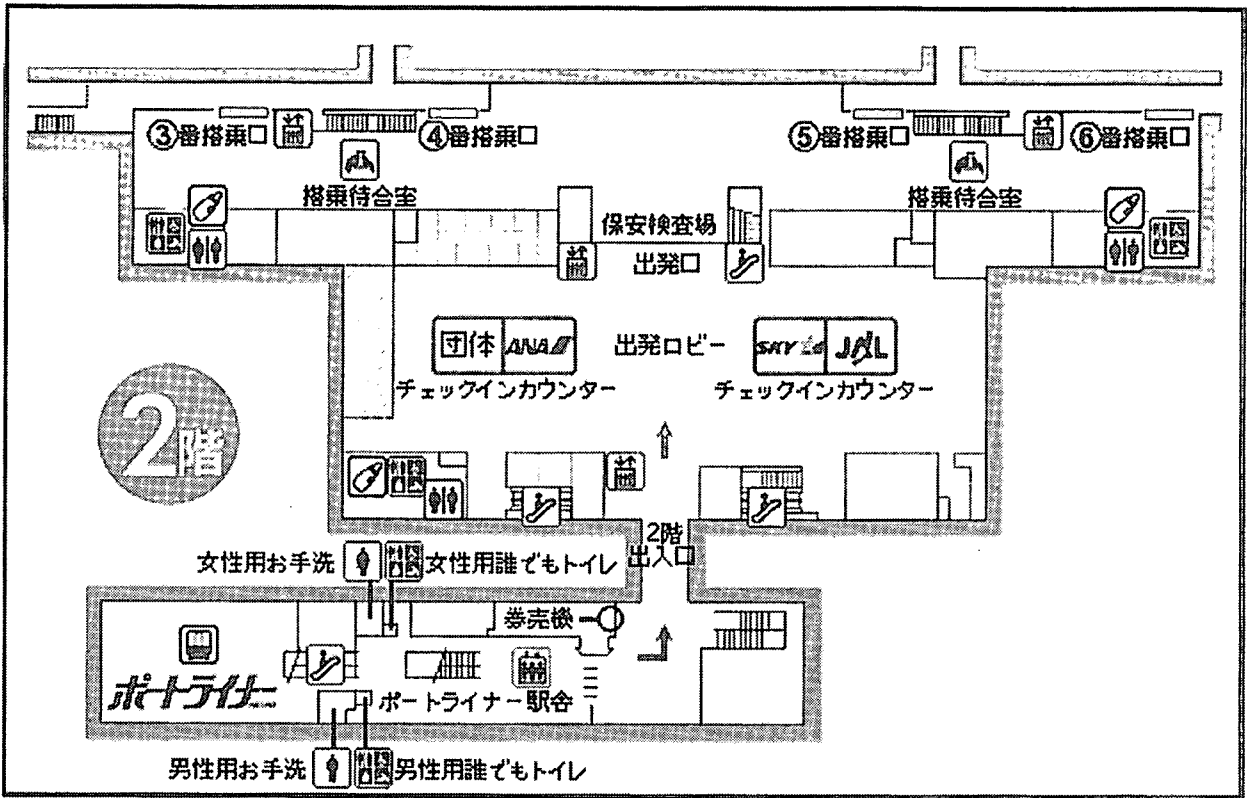


図1 神戸ターミナルビルへのアクセス
<http://www.kairport.co.jp/access/port.html> より

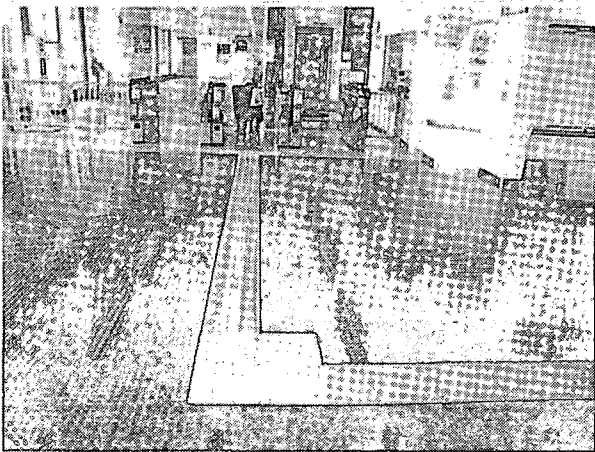


図2 ポートライナー神戸空港駅改札

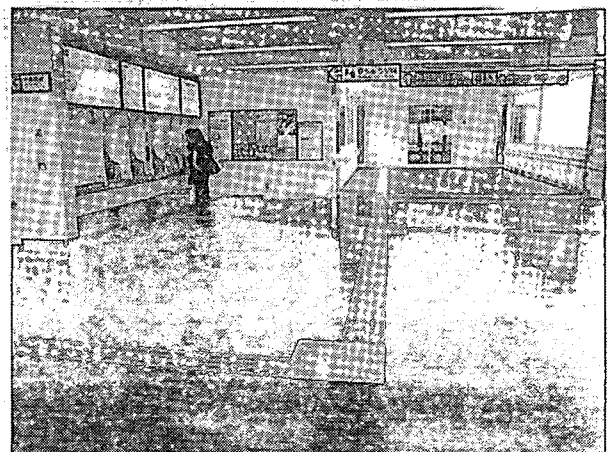


図3 改札を出て左折すれば、正面がターミナルビル入り口。視覚障害者用誘導ブロックと床面のコントラストが高く、視認性が良い。

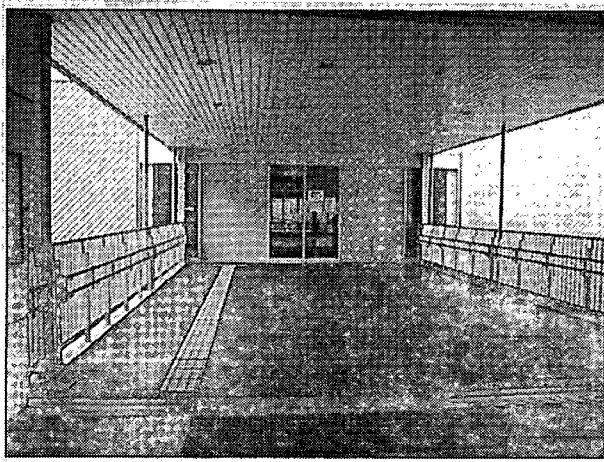


図4 正面突き当たりが空港ターミナルビル入り口

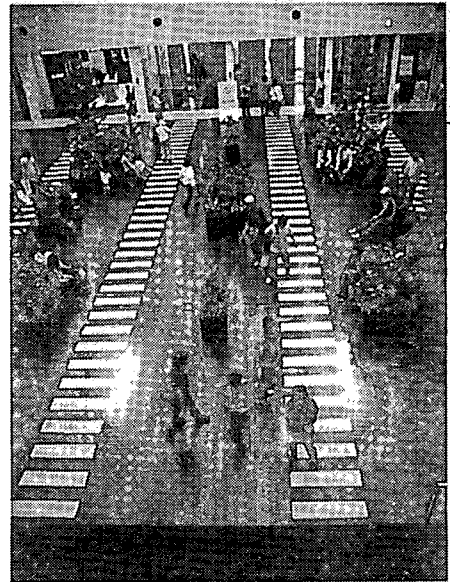


図5 2F出発ロビー
手前が出発口、奥がロビーで入り口。
ロビーの歩行導線は白いゼブラ状の
ラインで示されている。中へ入ると、
2F出発ロビー



図6 チェックインカウンター

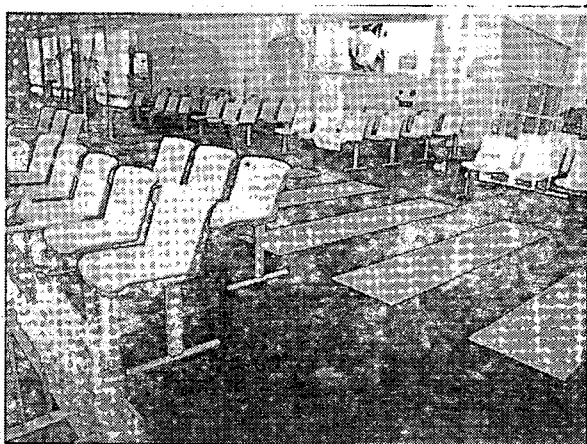


図7 1F到着ロビーの通路
通路にある座席の中央をゼブラ状の
ペイントが歩行経路を示している



図8 到着口から到着ロビーを横断する方向
へ伸びるゼブラゾーン

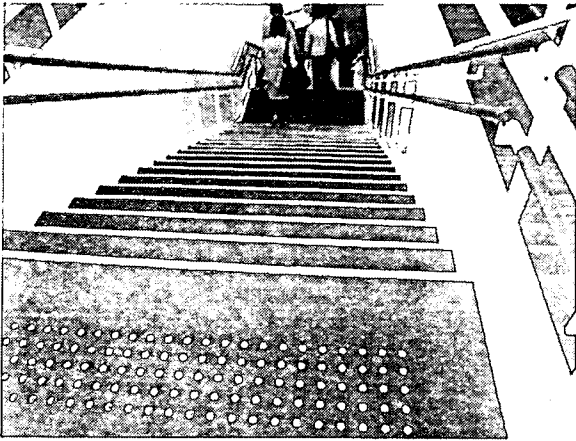


図9 黒いカーペットに白い段鼻を施した階段



図10 黒いタイルに白い段鼻を施した階段

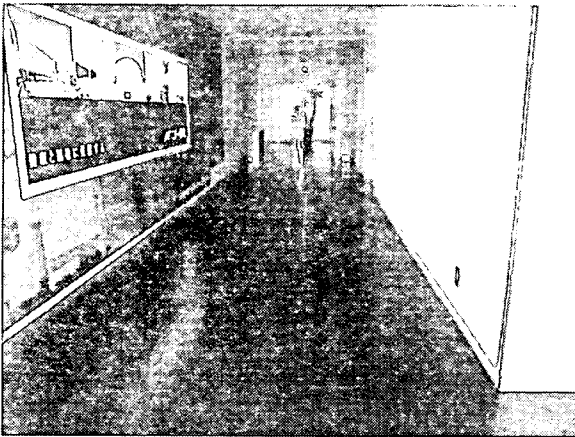


図11 床面の黒い通路と白い壁および巾木廊下が伸びている方向を視認しやすい

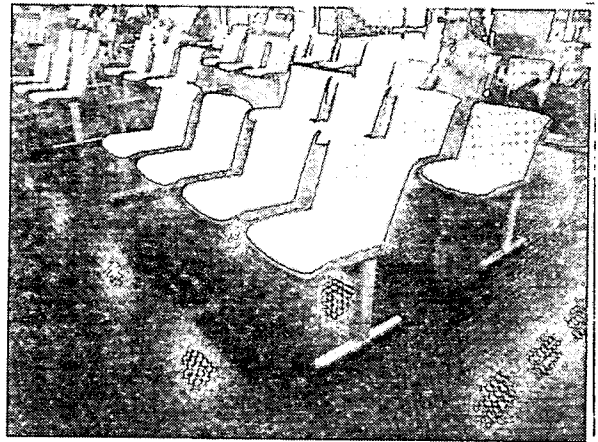


図12 座面の白い椅子
床が黒いためにコントラストが高い
人が座っているかどうか視認しやすい



図13 黒背景に白文字で描かれた案内板

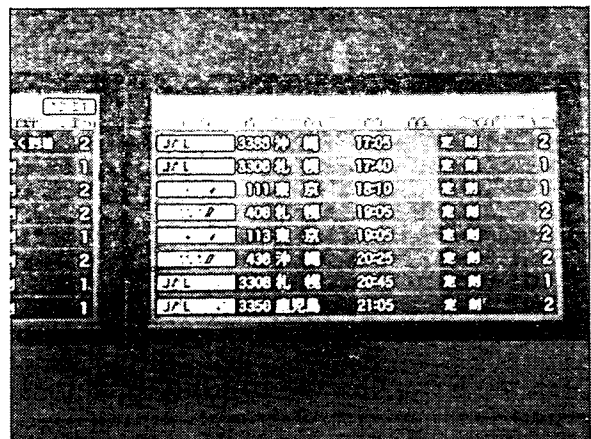


図14 黒背景に白文字のスケジュール案内板

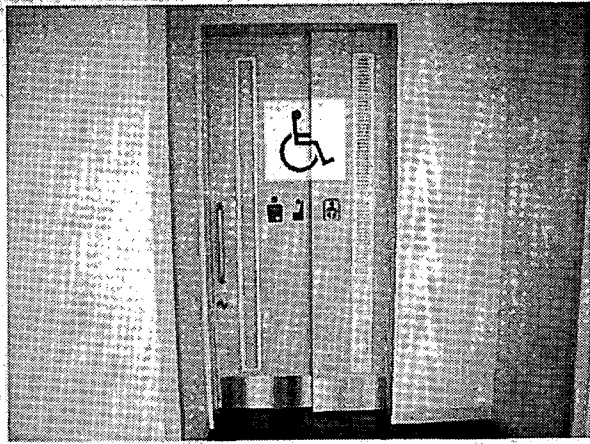


図15 多目的トイレ

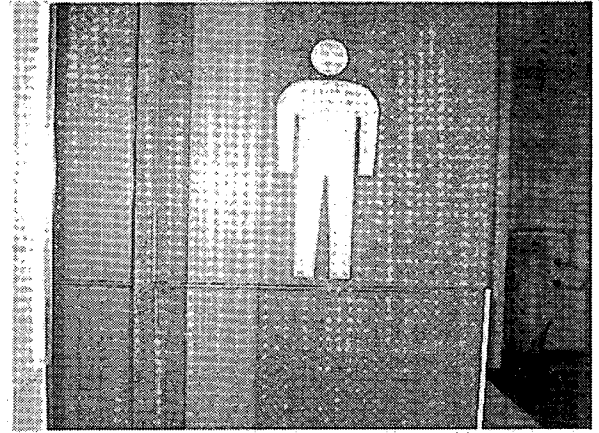


図16 男性用トイレの表示

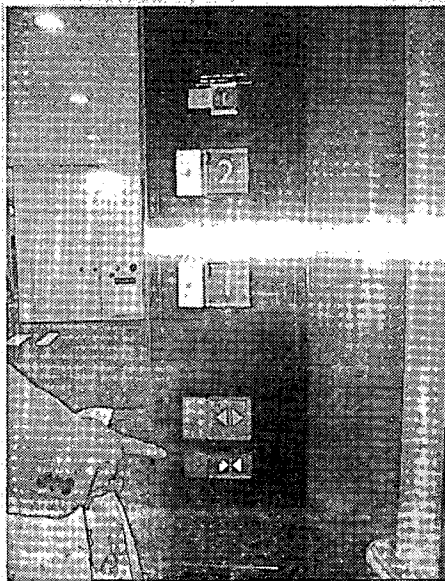


図17 エレベーターの操作板
押しボタンの左上には、浮き出した文字と記号、左側に点字が付けられている

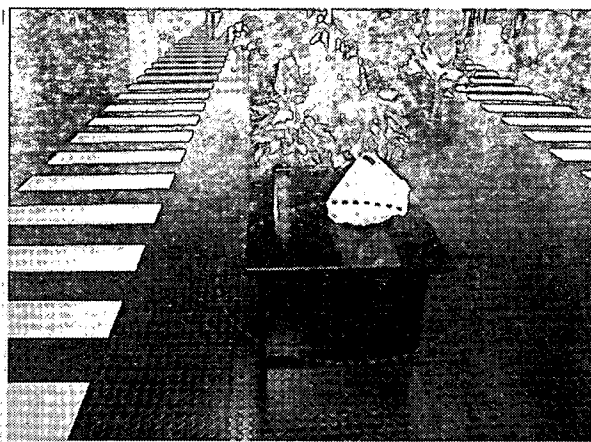


図18 背景と同化してしまう置物 (1)



図19 背景と同化してしまう置物 (2)



図20 視認性の低いエレベーター



図21 コントラストの低い視覚障害者誘導用
ブロック

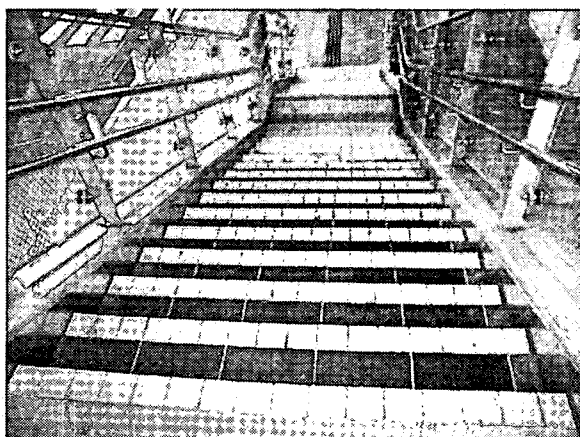


図22 段鼻を認識しにくい階段

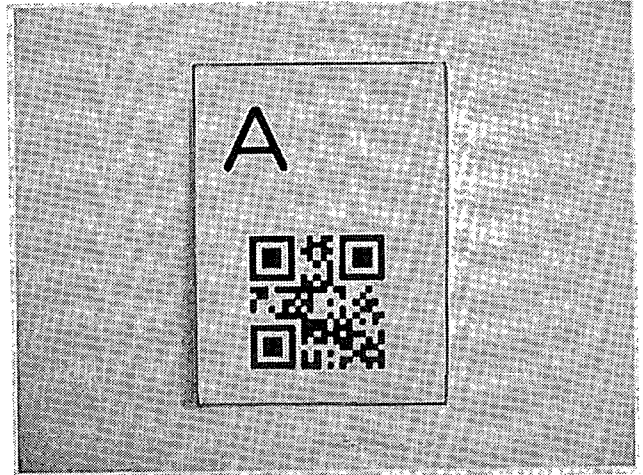
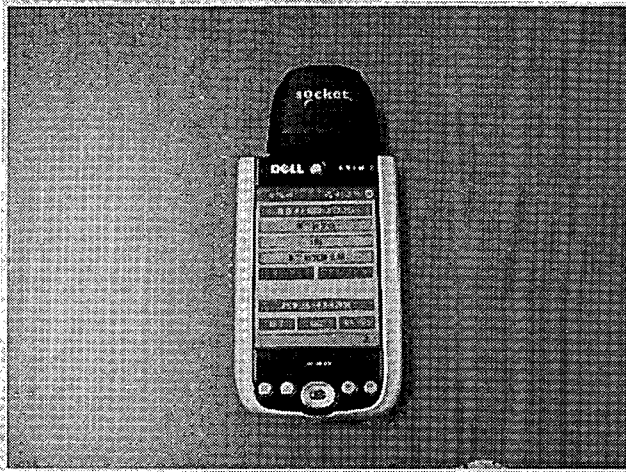
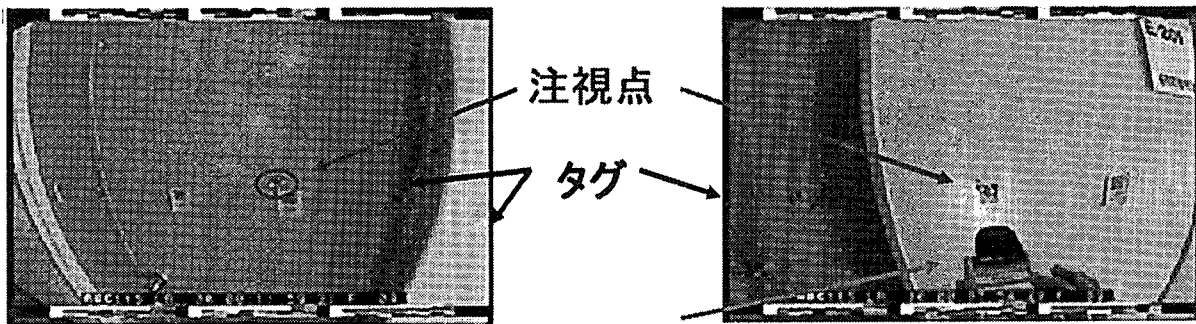


図23 実験で使用したPDA（左）とランドマークに用いたタグの一例（右）
タグには2次元コードの1種であるQRコードが印刷されている
（注：QRコードは株式会社デンソーウェーブの登録商標）



PDAと2次元コードリーダー

図24 視線検出装置を利用した基礎調査の実験風景の一例
被験者は2次元バーコードを印刷したランドマーク（タグ）をPDAならびに2次元コードリーダーを利用して読みとる。また、同時に被験者の注視点を検出している。

3階平面図

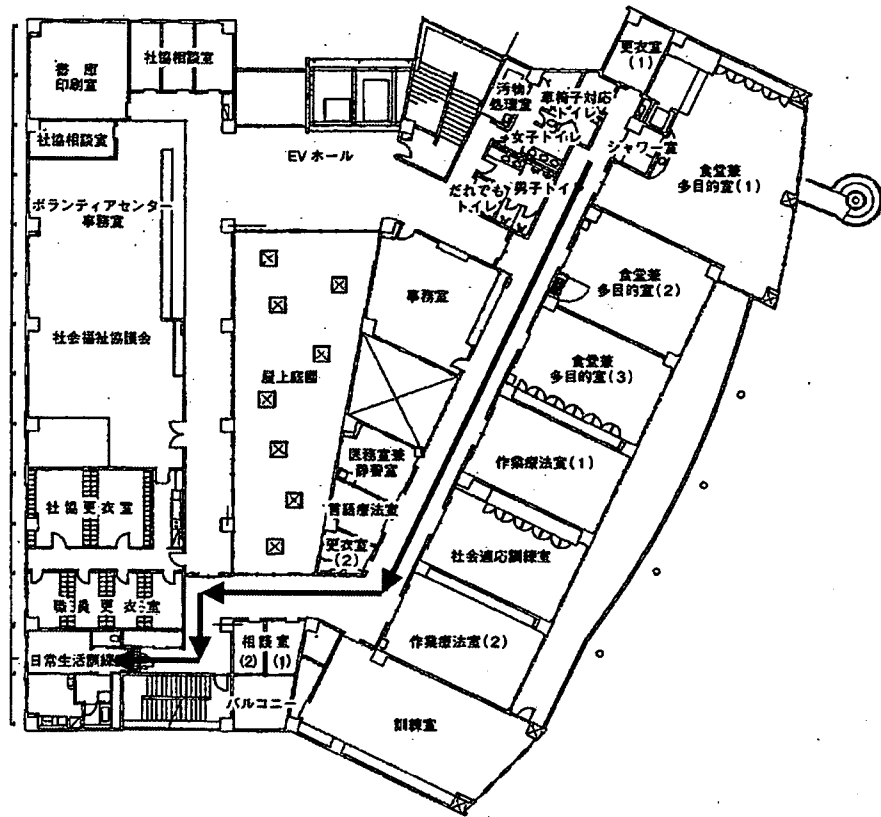


図25 葛飾区の地域福祉・障害者センター（ウェルピアかつしか）の3階平面図
廊下に沿った矢印は実験で想定される経路を示す

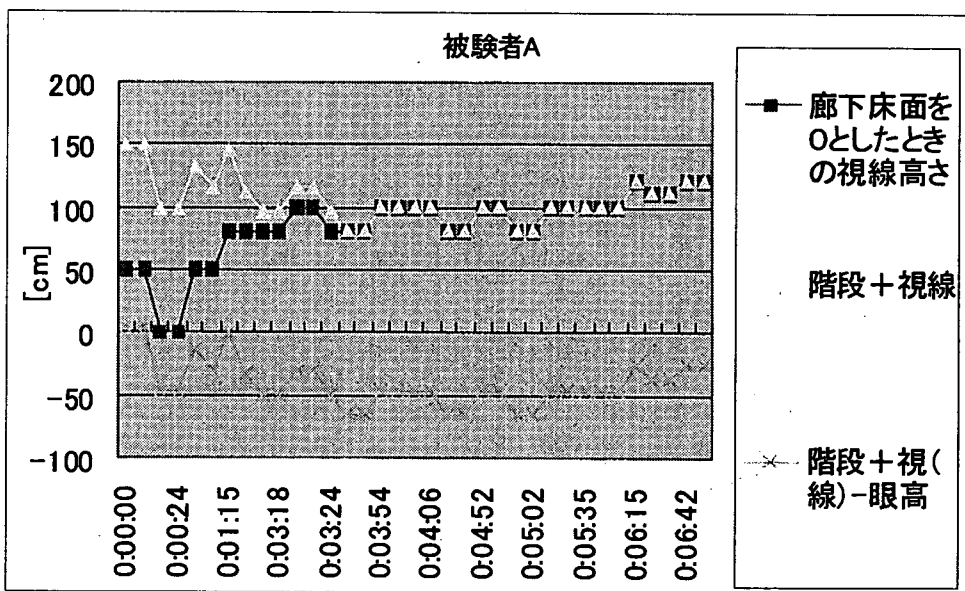


図26 被験者Aの目の高さ（眼高）の時間変化（被験者A）

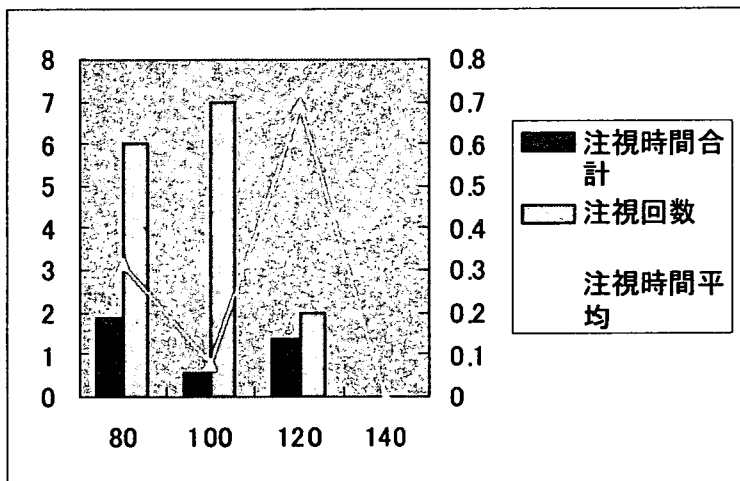


図27 タグを注視した時間と頻度 (被験者A)

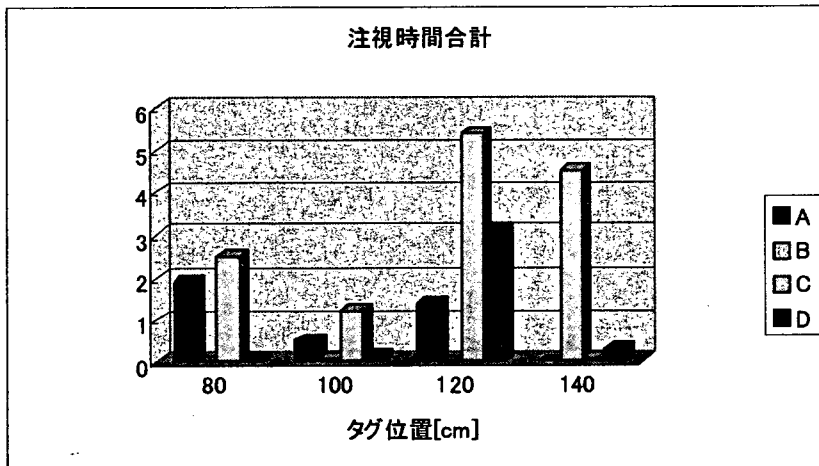


図28 被験者ごとの注視時間合計とタグの位置 (高さ) の関係

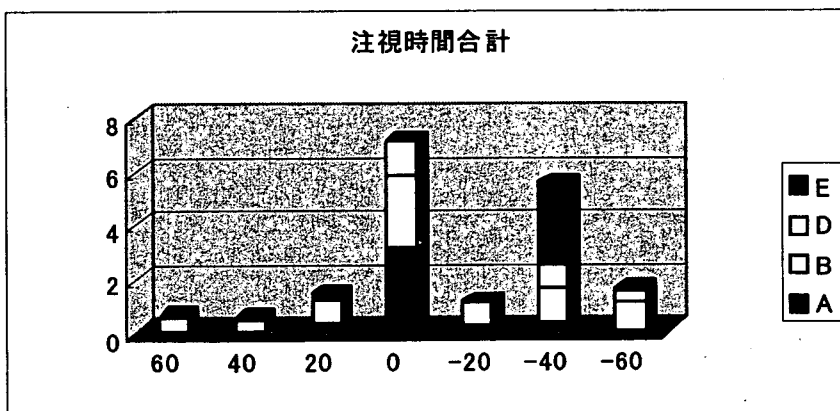


図29 注視時間合計とタグの位置 (水平方向) の関係

研究成果の刊行に関する一覧

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
中山剛, 外山滋, 加藤誠志, 岡谷和典, 上田典之, 野村隆幸, 植松浩	携帯情報端末 (PDA) を利用した高次脳機能障害者の職業訓練支援	第22回リハ工学カンファレンス講演論文集	22	211-212	2007
中山剛	認知障害者の自律移動支援における情報技術利用に関する調査研究	電子情報通信学会 技術報告	107(436)	61-66	2008